

P24793

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : S. TAKEUCHI

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : OBJECTIVE LENS FOR OPTICAL DISCS

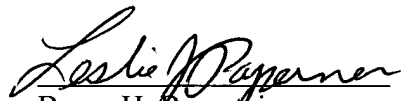
CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2003-055678 filed March 03, 2003. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
S. TAKEUCHI


Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027
Pg 16
33,329

March 2, 2004
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 3月 3日
Date of Application:

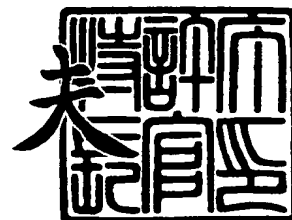
出願番号 特願2003-055678
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-055678]

出願人 ペンタックス株式会社
Applicant(s):

2004年 1月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3110021

【書類名】 特許願

【整理番号】 PX02P130

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G11B 7/135
G02B 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号 ペンタックス株式会社社内

【氏名】 竹内 修一

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

【氏名又は名称】 ペンタックス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880

【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧 1 丁目 2 4 番 1 号 新都市センタービル 5 F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平

【電話番号】 042-372-7761

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0206877

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ディスク用対物レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、

前記輪帯状の回折構造を有する面は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第一の波長の光束、および前記第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、

前記第二の波長の光束が入射した場合には、前記内側領域を透過した前記第二の波長の光束と略連続の波面を形成し、かつ略無収差の状態の前記第二の光ディスクの記録面上に収束させる外側領域と、を有し、

前記外側領域は、透過した前記第一の波長の光束の位相が前記内側領域を透過した前記第一の波長の光束の位相と実質的に同相となるような所定の輪帯を有し、

前記第一の波長の光束のうち、前記内側領域の最周辺に入射した光線の前記対物レンズ透過後の収束角度を θ (deg.)、前記第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を NA_{ref} としたとき、以下の条件 (1)、

$$0.9 < \sin \theta / NA_{ref} < 1.0 \cdots (1)$$

を満たし、かつ第一の波長の光束の実効的な開口数が前記開口数 NA_{ref} に略等しいことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 2】 少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、

前記輪帯状の回折構造を有する面は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長を有する第一の波長の光束、および前記第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長

を有する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、

前記第二の波長の光束が入射した場合には、前記内側領域を透過した前記第二の波長の光束と略連続の波面を形成し、無収差の状態の前記第二の光ディスクの記録面上に収束させる外側領域と、を有し、

前記第一の波長の光束は該光ディスク用対物レンズに平行光束として入射するように構成されており、

前記外側領域は、透過した前記第一の波長の光束の位相が前記内側領域を透過した前記第一の波長の光束の位相と実質的に同相となるような所定の輪帯を有し、

前記第一の波長に対する該光ディスク用対物レンズの焦点距離を f_1 、光軸から前記内側領域の最周辺までの高さを H 、前記第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を NA_{ref} としたとき、以下の条件 (2)、

$$0.9 < H / (f_1 \cdot NA_{ref}) < 1.0 \cdots (2)$$

を満たし、かつ第一の波長の光束の実効的な開口数が前記開口数 NA_{ref} に略等しいことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記実質的に同相とは、前記所定の輪帯を透過した前記第一の波長の光束の位相と、前記内側領域を透過した第一の波長の光束の位相との位相差を ϕ (deg.) とすると、該位相差 ϕ が以下の条件 (3)、

$$-90^\circ < \phi < +90^\circ \cdots (3)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記位相差 ϕ は、さらに以下の条件 (4)、

$$-60^\circ \leq \phi \leq +60^\circ \cdots (4)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

開口数が NA_{ref} の値を採る対物レンズを使用した場合に得られるスポット径を W_{ref} 、前記光ディスク用対物レンズを透過した第一光束が前記第一の光ディスクの記録面上に形成するスポット径を $W1$ 、とするとき、以下の条件 (5)、

$$0.99 < W1/W_{ref} < 1.01 \cdots (5)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 6】 請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記外側領域を透過した第一の波長の光束の位相が前記内側領域を透過した前記第一の波長の光束の位相と実質的に同相となるような所定の輪帯における、最内周部の光軸からの高さを h_{min} 、最外周部の光軸からの高さを h_{max} としたとき、少なくとも一つの該所定の輪帯は以下の条件 (6)、

$$1.1 < (h_{min} + h_{max}) / 2H < 1.25 \cdots (6)$$

を満たすことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項 7】 前記開口数 NA_{ref} は 0.50 以上であることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズ。

【請求項 8】 前記第二の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数は 0.62 以上であることを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、記録密度や保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対するデータの記録・再生を行う光ディスク装置に用いられる対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

光ディスクには、記録密度や保護層の厚みが異なる複数の規格が存在する。例えば、CD (コンパクトディスク) よりも DVD (デジタルバーサタイルディスク) の記録密度は高く、保護層が薄い。そこで、規格が異なる光ディスクの切り

替え時には、保護層の厚みによって変化してしまう球面収差を補正しつつ、情報の記録再生に使用する光の開口数（NA）を変化させて記録密度の違いに対応した有効光束径が得られるようにする必要がある。

【0003】

例えば、保護層厚が比較的薄く記録密度が高い光ディスクの記録／再生には、保護層厚が比較的厚く記録密度が低い光ディスク専用の光学系より高NAにしてビームスポットを絞る必要がある。スポット径は波長が短いほど小さくなるため、DVDを利用する光学系では、CD専用の光学系で用いられていた780～830nmより短い635～665nmの発振波長のレーザー光源を用いる。そのため近年、光情報記録再生装置には、波長の異なるレーザー光を発振可能な光源部を有する光ディスク用光学系が使用されている。

【0004】

保護層の厚みが異なる複数種類の光ディスクに対して、それぞれ良好な状態で各光ディスクの記録面位置にレーザー光を収束させる手段の一つとして、対物レンズの一面に輪帯状の微細な段差を有する回折構造を設けた対物レンズを光ディスク用光学系に搭載する技術が実用化されている。上記のような対物レンズは、該回折構造によって発生する球面収差が入射光束の波長に依存して変化する特徴を利用して、規格の異なる光ディスクを使用した場合であっても、常に記録面上にレーザー光が良好なNAの状態で収束するようにしている。

【0005】

該対物レンズの回折構造が設けられた面は、詳しくは光軸近傍に位置する内側領域と、該内側領域の外側にある外側領域とに分けられる。例えば、内側領域は、CDに対する情報記録再生用の光が該CDの記録面において良好に結像し、かつDVDに対する情報の記録再生用の光が該DVDの記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。外側領域は、CDに対する情報記録再生用の光が該CDの記録面において良好に結像しスポットが過度に絞られるのを防ぎつつ、DVDに対する情報の記録再生用の光が該DVDの記録面において良好に結像するような回折構造を備えている。

【0006】

上記のような構造により、CDに対する情報記録再生用の光のうち、外側領域を透過した光束は、大きな球面収差が発生するため記録面上では拡散してしまい、内側領域を透過した光束のみが記録面上で結像し、比較的大径のスポットを形成する。また、DVDに対する情報記録再生用の光は、外側領域を透過する光束も収束するためNAが大きくなり、記録密度の高いDVDに対する情報の記録・再生に適した小径のスポットを形成する。

【0007】

このようなDVD/CD互換対物レンズおよび該対物レンズを搭載した光情報記録再生装置は、例えば以下の特許文献1、2に開示される。

【0008】

【特許文献1】

特開2001-216674号公報

【特許文献2】

特開2001-249273号公報

【0009】

ここで、CD-RやCD-RWのように書き込み可能な光ディスクは、情報記録時において、情報再生時よりも小径のスポットを記録面に形成するほうが好ましいとされる。スポットサイズを小さく絞るには、例えば短波長の光を使用したり、NAを高く設定したりすることが考えられる。しかし、CD-Rは記録面の反射特性から780nm以上の長波長域の光を使用せざるをえない。従って、CD-R(RW)に対する情報の記録に最適なスポットサイズを得るためには、NAが高く設定される。高いNAを得るためには、CDと同一規格の光ディスク使用時の対物レンズの有効径を大きくする、つまり対物レンズの内側領域を広げるように設計することが考えられる。

【0010】

しかし、上記従来のDVD/CD互換対物レンズにおいて、CD-R(RW)に対する情報の記録再生に好適な構成にすべく、内側領域を大きく設計してしまうと、DVDに対する情報記録再生用の光が入射したときの波長特性または温度特性のいずれか一方が悪化してしまうおそれがある。ここで対物レンズの波長特

性とは、入射する光の波長が変化したときの、球面収差の変化の度合いをいう。波長特性が悪化すると光源の個体差等により僅かに入射光の波長が変化した場合でも、球面収差が大きく発生してしまう。また対物レンズの温度特性とは、温度が変わった場合における、球面収差の変化の度合いをいう。温度特性が悪化すると、環境変化等によって温度が微小に変化した場合でも球面収差が大きく発生してしまう。

【0011】

一般に記録密度の高い光ディスクになればなるほど、情報記録再生時に発生する球面収差の許容は小さい。そのため、内側領域を大きく設計した従来の情報記録用DVD/CD互換対物レンズでは許容範囲に対する余裕が小さく、波長特性あるいは温度特性のさらなる改善が望まれていた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

そこで本発明は上記の事情に鑑み、保護層厚の異なる複数種類の光ディスクに対する情報の記録再生を実現する光ディスク用対物レンズであって、特に保護層の比較的厚い光ディスクに対しても情報記録可能でありながら、保護層厚の比較的薄い高記録密度光ディスクに対する情報の記録再生にも好適な光ディスク用対物レンズを提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の光ディスク用対物レンズは、少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、該輪帯状の回折構造を有する面は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第一の波長の光束、および第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に使用する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、第二の波長の光束が入射した場合には、内側領域を透過した第二の波長の光束と略連続する波面を形成し、略無収差の状態で第二の光ディスクの記録面

上に収束させる外側領域と、を有している。そして、外側領域は、透過した第一の波長の光束の位相が内側領域を透過した第一光束の位相と実質的に同相となる所定範囲内にあるような所定の輪帯を有し、第一の波長の光束のうち、内側領域の最周辺に入射した光線の対物レンズ透過後の収束角度を θ (rad.)、第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を NA_{ref} としたとき、以下の条件 (1)、

$$0.9 < \sin \theta / NA_{ref} < 1.0 \cdots (1)$$

を満たし、かつ第一光束の実効的な開口数が開口数 NA_{ref} に略等しいことを特徴とする。

【0014】

ここで、第一の光ディスクとは例えば CD や CD-R が該当する。また、第二の光ディスクとは例えば DVD が該当する。このように構成することにより、複数種類の光ディスクに対する互換性を持たせるために必要な内側領域の面積を小さくしつつ、記録密度が相対的に疎でかつ保護層が厚い第一の光ディスクに対して情報の記録を行う際に必要な小径のスポットまで光束を絞ることが可能になる。つまり、第二の光ディスクに対する波長特性や温度特性を保証しつつ、第一の光ディスクに対する情報の記録時に好適な比較的高い NA を確保することができる。

【0015】

なお別の観点から、請求項 2 に記載の光ディスク用対物レンズは、少なくとも一面に設けられた輪帯状の回折構造を利用することにより、記録密度が異なる少なくとも二種類の光ディスクに対して互換性を有する光ディスク用対物レンズにおいて、該輪帯状の回折構造を有する面は、第一の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長を有する第一の波長の光束、および第一の光ディスクよりも記録密度が相対的に高い第二の光ディスクに対する情報記録再生時に適した波長を有する第二の波長の光束のどちらが入射しても、略無収差で各光ディスクの記録面上に収束させる内側領域と、第二の波長の光束が入射した場合には、内側領域を透過した第二の波長の光束と略連続する波面を形成し、略無収差の状態で第二の光ディスクの記録面上に収束させる外側領域と、を有する。

そして、前記第一の波長の光束は該光ディスク用対物レンズに平行光束として入射するように構成されており、外側領域は、透過した第一の波長の光束の位相が内側領域を透過した第一の波長の光束の位相と実質的に同相となる所定範囲内にあるような所定の輪帯を有し、前記第一の波長に対する該光ディスク用対物レンズの焦点距離を f_1 、光軸から内側領域の最周辺までの高さを H 、第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を NA_{ref} としたとき、以下の条件 (2)、

$$0.9 < H / (f_1 \cdot NA_{ref}) < 1.0 \cdots (2)$$

を満たすことを特徴とする。

【0016】

なお、条件 (1) および (2) において、下限以下になると、ディスクの記録面上で形成されるスポットの光量が落ちて高速度の記録や高精度での光ピックアップができなくなるおそれがあるため好ましくない。また、上限以上になると、内側領域が大きくなりすぎてしまい、第二の光ディスクに対する波長特性等が悪化してしまい好ましくない。

【0017】

上記の実質的に同相とは、前記所定の輪帯を透過した前記第一光束の位相と、前記内側領域を透過した第一の位相との位相差を ϕ (deg.) とすると、該位相差 ϕ が以下の条件 (3)、

$$-90^\circ < \phi < +90^\circ \cdots (3)$$

を満たすことをいう (請求項 3)。厳密には、位相差 ϕ が 0° のときに二つの位相が同相 (同位相) であるという。しかし、条件 (3) を満たしていれば、光ディスク用対物レンズの外側領域を透過した光束の作用によりスポットの中心強度が上がり、記録面に形成されるスポットも絞られる効果が得られるため、実質的に同相ということができる。なお位相差 ϕ が、条件 (3) の範囲外の値を採る状態は、スポットの中心強度が下がり、該スポットが肥大化する傾向にあるため好ましくない。該状態を位相が実質的に逆相 (逆位相) である (反転している) という。

【0018】

さらに請求項 4 に記載の発明によれば、以下の条件 (4)、

$$-60^{\circ} \leq \phi \leq +60^{\circ} \cdots (4)$$

を満たすときに、実質的に同相であると規定することが望ましい。

【0019】

より具体的には、請求項 5 に記載の発明によれば、開口数が NA_{ref} の値を採る対物レンズを想定し、該対物レンズを使用した場合に得られるスポット径を W_{ref} 、光ディスク用対物レンズを透過した第一の波長の光束が第一の光ディスクの記録面上に形成するスポット径を W_1 、とすると、以下の条件 (5)、

$$0.99 < W_1 / W_{ref} < 1.01 \cdots (5)$$

を満たすことが望ましい。条件 (5) を満たすと、第一の波長の光束の実効的な開口数が開口数 NA_{ref} に略等しいと言える。

【0020】

また、請求項 6 に記載の光ディスク用対物レンズは、前記外側領域を透過した第一の波長の光束の位相が前記内側領域を透過した前記第一の波長の光束の位相と実質的に同相となるような所定の輪帯の最内周の光軸からの高さを h_{min} 、最外周部の光軸からの高さを h_{max} としたときに、少なくとも一つの所定の輪帯は以下の条件 (6)、

$$1.1 < (h_{min} + h_{max}) / 2H < 1.25 \cdots (6)$$

を満たすことを特徴とする。条件 (6) を満たす光ディスク用対物レンズを使用することにより、スポット中心の周囲に発生するいわゆるサイドローブの強度を効果的に低減することができる。

【0021】

上記特徴を有する本発明に係る光ディスク用対物レンズは、上記開口数 NA_{ref} が 0.50 以上であるような、書き込み可能な第一の光ディスクに好適なレンズである (請求項 7)。このように本発明に係る光ディスク用対物レンズは、第二の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数が 0.62 以上といった高 NA であって、かつ第一の光ディスクも比較的高い NA を必要とする光情報記録再生装置に好適なレンズである (請求項 8)。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、この発明に係る光ディスク用対物レンズの実施形態を説明する。図1は、実施形態に係る光ディスク用対物レンズ10と第一の光ディスク20A（20B）を表す図である。光ディスク用対物レンズ10は、保護層の厚みや記録密度が異なる複数種類の光ディスクに対して互換性を有する光情報記録再生装置に搭載される。

【0023】

光ディスク20A（20B）は、図示しないターンテーブル上に載置され回転駆動される。なお本明細書では、保護層が厚く記録密度が低い光ディスク（例えばCDやCD-R等）を第一の光ディスク20Aと記す。また、保護層が薄く記録密度が高い光ディスク（例えばDVD）を第二の光ディスク20Bと記す。

【0024】

第一の光ディスク20Aに対して情報の記録・再生を行う際には、比較的大きな径のビームスポットを形成するために波長の長いレーザー光（以下、第一のレーザー光という）が光源（不図示）から照射される。また、記録密度の高い第二の光ディスク20Bに対して記録・再生を行う際には、記録面上において小径のスポットを形成するために、第一のレーザー光よりも波長の短いレーザー光（以下、第二のレーザー光という）が光源から照射される。

【0025】

上記光源から照射され、コリメートレンズ（不図示）を介して平行光に変換されたレーザー光は、対物レンズ10により光ディスク20A（20B）の記録面近傍に収束される。対物レンズ10は、光源側から順に第一面10aと第二面10bを有する。対物レンズ10は、図1に示すように両面10a、10bとも非球面である両凸のプラスチック製単レンズである。

【0026】

上述した通り、第一の光ディスク20Aと第二の光ディスク20Bでは、保護層の厚さが異なる。このため、使用されるディスクによって球面収差が変化する。そこで、本実施形態においては、対物レンズ10の少なくとも一方の面（面10a）に光軸を中心とした複数の微細な段差を有する輪帯状の回折構造を設ける

【0027】

図2は、対物レンズ10の光軸AXを含む面での断面形状の第一面10a近傍の拡大図である。対物レンズ10における第一面10aは、以下のように形成される。第一面10aは、光軸の周囲に位置する内側領域11と、内側領域11の周囲に位置する外側領域12とを有する。上記のとおり、内側領域11および外側領域12は、複数の微細な輪帯状の段差を有している。そして、各輪帯状の段差は、面10aの内側から外側に向かって、換言すれば光軸AXから離れるにつれて、レンズの厚みが増すように形成される。

【0028】

図2に模式的に示すように、面10aの内側領域11に形成された回折構造は、第一のレーザー光が第一の光ディスク20Aの記録面において略無収差で良好に結像し、かつ第二のレーザー光が第二の光ディスク20Bの記録面において略無収差で良好に結像するような回折構造を備えている。

【0029】

ここで、内側領域11の大きさは、以下の条件(1)を満たすように構成される。

$$0.9 < \sin \theta / \text{NA}_{\text{ref}} < 1.0 \cdots (1)$$

但し、 θ (deg.) は、第一のレーザー光の光線のうち、内側領域11の最周辺13に入射した光線が対物レンズ10透過後に光軸となす角度（本明細書では、便宜上、収束角度という）を、

NA_{ref} は、第一の光ディスク20Aに対する情報の記録再生に必要な開口数（本明細書では、便宜上、設計開口数という）を、それぞれ表す。

【0030】

従来の光ディスク用対物レンズは、内側領域のみで第一の光ディスク20Aの設計開口数が得られるように構成されていた。これに対し、条件(1)を満たすように構成される本実施形態の対物レンズ10の内側領域11は、設計開口数を得るために必要な面積よりも小さく構成される。つまり、該内側領域11を透過した光束のみでは第一の光ディスク20Aの設計開口数に若干足りない状態にあ

る。

【0031】

なお、上述したように、対物レンズ10に入射する各レーザー光は、平行光束になっている。そこで、平行光束である第一のレーザー光が対物レンズ10に入射したときの焦点距離を f_1 、光軸AXから内側領域11の最周辺13までの高さをHとすると、上記条件(1)は、下記の条件(2)のように書き換えられる。

$$0.9 < H / (f_1 \cdot NA_{ref}) < 1.0 \cdots (2)$$

【0032】

また図2に示すように、外側領域12に形成された回折構造は、複数の輪帯状の段差部(輪帯段差)によって形成される複数の輪帯(C1、C2、C3、...)を有する。すなわち、外側領域12は、個別の非球面係数によって規定される複数の面C1~Cnの集合である。該回折構造は、第二のレーザー光が第二の光ディスク20Bの記録面において最も良好に結像するような回折構造を備えている。具体的には、外側領域12は、該領域12を透過した第二のレーザー光の波面が、内側領域11を透過した第二のレーザー光の波面と略連続するように構成される。換言すれば、外側領域12は、該領域12を透過した第二のレーザー光の位相が内側領域11を透過した第二のレーザー光の位相を略同相となるように構成される。これにより、内側領域11および外側領域12を透過する第二のレーザー光は、高NAとなって、第二の光ディスク20Bの記録面上において小径のスポットを形成する。

【0033】

また、外側領域12に形成された回折構造は、各輪帯C1~Cnのうち少なくとも一つの輪帯を透過した第一のレーザー光の位相が内側領域11を透過した第一のレーザー光の位相と実質的に同相であるように構成される。なお、以下の本文では、このような輪帯を特殊輪帯という。

【0034】

実質的に同相であるとは、上記の二つの位相の差 ϕ (deg.)が以下の条件(3)、より好ましくは条件(4)を満たすことをいう。換言すれば、外側領域

12に形成される複数の輪帯のうち、該位相差 ϕ が以下の条件(3)好ましくは条件(4)を満たすような輪帯は、特殊輪帯である。

$$-90^\circ < \phi < +90^\circ \quad \dots (3)$$

$$-60^\circ \leq \phi \leq +60^\circ \quad \dots (4)$$

【0035】

ある輪帯の、結像点に対する位相分布から求められる該輪帯全体の位相ベクトルの強さをA(但し、 $A \geq 0$)、該位相ベクトルの角度、つまり位相差を ϕ とすると、該輪帯の結像に対する寄与は $A \cdot \cos \phi$ で表すことができる。従って、位相差 ϕ が少なくとも条件(3)を満たすことにより、 $A \cdot \cos \phi$ は正の値を採る。この場合、該輪帯を透過した光束の寄与によりスポットの中心強度が上がり、スポット径が小さく絞られるような作用が発生する。該作用は、位相差 ϕ がさらに条件(4)も満たすことにより、より一層顕著に表れる。

【0036】

上記構成の回折構造を有する対物レンズ10を使用すれば、第一の光ディスク10に対する情報再生時のみならず該ディスク10に対する情報記録時における実効的なNAが設計開口数 NA_{ref} に略一致する。

【0037】

上記の実効的なNAは第一の光ディスク20Aの記録面上に形成されるスポットの径によって評価することが可能である。従って、第一の光ディスク20Aに対する情報記録再生時における実効的なNAが設計開口数 NA_{ref} に略一致するということは、以下の条件(5)を満たすことを意味する。

$$0.99 < W1/W_{ref} < 1.01 \quad \dots (5)$$

但し、 W_{ref} は、開口数が NA_{ref} の値を採る対物レンズを想定し、該対物レンズを使用した場合に得られるスポット径を、

$W1$ は、対物レンズ10を透過した第一のレーザー光が第一の光ディスク20Aの記録面上に形成するスポット径を、それぞれ表す。

【0038】

なお、上記特殊輪帯のうち少なくとも一つは、該特殊輪帯が光軸AXからの高さ h_{min} から高さ h_{max} の範囲にあるとすると、以下の条件(6)を満たす

ように構成される。

$$1.1 < (h_{\min} + h_{\max}) / 2H < 1.25 \cdots (6)$$

少なくとも一つの特異輪帯が条件(6)を満たすように対物レンズ10を構成することにより、上記の種々の効果に加え、さらにサイドローブの強度を下げる効果も得られる。

【0039】

次に上述した実施形態に基づく具体的な実施例を2例提示する。いずれの実施例も保護層の厚みが1.2mmの書き込み可能な第一の光ディスク20Aと、保護層の厚みが0.6mmの第二の光ディスク20Bとの互換性を有する光ディスク用対物レンズ10に関するものである。

【0040】

【実施例1】

図1は、実施例1の対物レンズ10を表す概略図である。なお、実施例2の対物レンズも図1に示す対物レンズ10と略同一である。実施例1の対物レンズ10の具体的な数値構成は、表1に示されている。

【0041】

【表1】

光ディスク	20A	20B
設計波長	785nm	655nm
中心肉厚	1.40mm	
焦点距離	2.42mm	2.40mm
設計開口数	0.51	0.65

【0042】

表1中、設計波長とは、第一の光ディスク20Aおよび第二の光ディスク20Bを記録・再生する際に最も適した波長のことである。なお、表1に示す具体的な数値構成は、他の実施例2においても同様である。また、内側領域11の範囲および外側領域12に形成される各輪帯の範囲を光軸AXからの高さ $h_{\min} \sim h_{\max}$ で表したのが表2である。

【0043】

【表 2】

		$h_{\min} \leq h < h_{\max}$
内側領域 11		$0.000 \leq h < 1.112$
外側領域 1 2	輪帯 C1	$1.112 \leq h < 1.230$
	輪帯 C2	$1.230 \leq h < 1.300$
	輪帯 C3	$1.300 \leq h < 1.369$
	輪帯 C4	$1.369 \leq h < 1.386$
	輪帯 C5	$1.386 \leq h < 1.409$
	輪帯 C6	$1.409 \leq h < 1.426$
	輪帯 C7	$1.426 \leq h < 1.483$
	輪帯 C8	$1.483 \leq h < 1.494$
	輪帯 C9	$1.494 \leq h < 1.505$
	輪帯 C10	$1.505 \leq h < 1.546$
	輪帯 C11	$1.546 \leq h < 1.560$

【0044】

表 2 に示すように、実施例 1 の対物レンズ 10 の外側領域 12 は、11 個の輪帯 C1～C11 を備える。なお表 2 において、内側領域 11 の h_{\max} に該当する値が光軸 AX から最周辺 13 までの高さ H である。

【0045】

また、対物レンズ 10 の第一面 10a および第二面 10b は非球面である。その形状は光軸からの高さが h となる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離（サグ量）を $X(h)$ 、非球面の光軸上での曲率（ $1/r$ ）を C 、円錐係数を K 、4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} として、以下の式で表される。

【数 1】

$$X(h) = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

【0046】

第一面 10a の非球面形状を規定する円錐係数と非球面係数は、表 3 に示される。また、第二面 10b の非球面形状を規定する円錐係数と非球面係数は、表 4 に示される。

【0047】

【表 3】

第一面	r	κ	d_shift		
内側領域11	1.49000	-0.5000	0.00000		
C1	1.50117	-0.5000	-0.01333		
C2	1.50245	-0.5000	-0.01696		
C3	1.50330	-0.5000	-0.01938		
C4	1.50415	-0.5000	-0.02181		
C5	1.50458	-0.5000	-0.02302		
C6	1.50500	-0.5000	-0.02423		
C7	1.50585	-0.5000	-0.02665		
C8	1.50670	-0.5000	-0.02908		
C9	1.50713	-0.5000	-0.03029		
C10	1.50798	-0.5000	-0.03271		
C11	1.50883	-0.5000	-0.03513		
	A4	A6	A8	A10	A12
内側領域11	-1.01720E-02	-1.89400E-03	-3.93700E-04	2.49600E-04	-1.73400E-04
C1	-2.82919E-03	1.42548E-03	-1.67316E-03	1.05763E-03	-3.17532E-04
C2	-2.81694E-03	1.41851E-03	-1.66315E-03	1.05029E-03	-3.14839E-04
C3	-2.80877E-03	1.41385E-03	-1.65647E-03	1.04539E-03	-3.13045E-04
C4	-2.80060E-03	1.40920E-03	-1.64980E-03	1.04050E-03	-3.11250E-04
C5	-2.79652E-03	1.40687E-03	-1.64646E-03	1.03805E-03	-3.10353E-04
C6	-2.79243E-03	1.40455E-03	-1.64313E-03	1.03561E-03	-3.09455E-04
C7	-2.78426E-03	1.39989E-03	-1.63645E-03	1.03071E-03	-3.07661E-04
C8	-2.77609E-03	1.39524E-03	-1.62978E-03	1.02582E-03	-3.05866E-04
C9	-2.77201E-03	1.39292E-03	-1.62644E-03	1.02337E-03	-3.04968E-04
C10	-2.76384E-03	1.38826E-03	-1.61977E-03	1.01847E-03	-3.03174E-04
C11	-2.75567E-03	1.38361E-03	-1.61309E-03	1.01358E-03	-3.01379E-04

【表 4】

	第二面
r	-6.55000
κ	0.0000
A4	2.01600E-02
A6	4.02700E-03
A8	-6.69000E-03
A10	2.13800E-03
A12	-2.50000E-04

【0048】

表3に示すように、実施例1の対物レンズ10は、輪帯段差によって輪帯C1から輪帯C11までの11つの非球面を有する。表3中、d_shiftは、面頂点のシフト量である。面頂点のシフト量とは、図2中、破線で示すように各面を延長して光軸AXと交わる点をそれぞれP1、P2、P3、…とし、これら各点と実際の第一面10aが光軸AXと交わる点P0との距離を意味する。なお、表3における表記Eは、10を基数、Eの右の数字を指数とする累乗を表している。以下に示す各表においても同様である。

【0049】

さらに、対物レンズ10の第一面10a（面番号1）に形成された回折構造は、以下の光路差関数 $\phi(h)$ により表される。

【数2】

$$\phi(h) = (P_2 h^2 + P_4 h^4 + P_6 h^6 + \dots) \times m \times \lambda$$

【0050】

光路差関数 $\phi(h)$ は、回折面（第一面10a）上での光軸からの高さhの点において、回折構造により回折されなかった場合の仮想の光線と、回折構造により回折された光線との光路長差を示す。 P_2 、 P_4 、 P_6 、…はそれぞれ2次、4次、6次、…の係数である。該回折構造を規定する光路差関数係数 P_2 、…は、表5に示される。mは利用する回折光の次数を表し、本実施例では $m=1$ としている。

【0051】

【表5】

P2	1.2000
P4	-6.2380
P6	-1.2000
P8	0.0000
P10	0.0000
P12	0.0000

【0052】

各輪帯C1～C11における、位相ベクトルの向きと強さ、および条件（6）に関する数値（ $h_{\min} + h_{\max}$ ）／2Hを表6に示す。

【0053】

【表 6】

	位相ベクトル		条件(6)の値
	向き	強さ	
C1	32	0.27	1.053
C2	45	0.42	1.138
C3	3	0.14	1.200
C4	65	0.79	1.239
C5	-2	0.97	1.257
C6	-74	0.85	1.275
C7	-48	0.60	1.308
C8	-10	0.72	1.339
C9	-42	0.73	1.348
C10	24	0.14	1.372
C11	68	0.93	1.397

【0054】

表 6 に示すように、実施例 1 の対物レンズ 10 では、輪帯 C1～C3、C5、C7～C10 が条件 (4) を満たす特殊輪帯である。さらに条件 (3) まで範囲を広げれば全ての輪帯 C1～C11 が特殊輪帯であるといえる。従って、実施例 1 の対物レンズ 10 は、第一の光ディスク 20A に対する情報記録時に必要とされる比較的高い NA の光束を生成することができる。

【0055】

また表 6 に示すように、該特殊輪帯のうち、輪帯 C2～C4 は条件 (6) も満たしている。図 3 は、実施例 1 の対物レンズ 10 を使用して第一のレーザー光を第一の光ディスク 20A の記録面に集光させることにより得られるスポットの強度を表すグラフである。図 3 において、横軸がスポット中心からの距離 (mm) を、縦軸が該スポットの中心の強度を 100 としたときの相対強度 (%) を表す。図 3 に示すように、スポット中心に最も近いサイドローブ (スポット中心から約 $\pm 0.001 \sim \pm 0.002$ mm) の相対強度は、スポット中心の強度に比べ限りなく 0 に近い値になっていることがわかる。つまり、実施例 1 の対物レンズ 10 を使用すれば、書き込み可能な第一の光ディスク 20A に好適な NA を確保できるとともに、情報記録再生時に S/N 比低下の原因となるサイドローブの強度を有効に低減することができる。

【0056】

【実施例 2】

実施例 2 の対物レンズ 10 の具体的数値構成、第二面 10b の非球面形状を規

定する各関数、および光路差関数係数は、実施例 1 と略同一であるため、ここでの説明は省略する。内側領域 1 1 の範囲および外側領域 1 2 に形成される各輪帯の範囲を光軸 A X からの高さ $h_{min} \sim h_{max}$ で表したのが表 7 である。

【0057】

【表 7】

		$h_{min} \leq h < h_{max}$
内側領域 1 1		$0.000 \leq h < 1.180$
外側領域 1 2	輪帯 C1	$1.180 \leq h < 1.280$
	輪帯 C2	$1.280 \leq h < 1.342$
	輪帯 C3	$1.342 \leq h < 1.406$
	輪帯 C4	$1.406 \leq h < 1.474$
	輪帯 C5	$1.474 \leq h < 1.502$
	輪帯 C6	$1.502 \leq h < 1.545$
	輪帯 C7	$1.545 \leq h < 1.560$

【0058】

表 7 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 1 0 の外側領域 1 2 は、7 個の輪帯 C 1 ～ C 7 を備える。なお表 7 において、内側領域 1 1 の h_{max} に該当する値が光軸 A X から最周辺 1 3 までの高さ H である。実施例 2 の対物レンズ 1 0 の第一面 1 0 a の非球面形状を規定する円錐係数と非球面係数は表 8 に示される。

【0059】

【表 8】

第一面	r	K	d_shift		
内側領域 1 1	1.49000	-0.5000	0.00000		
C1	1.50160	-0.5000	-0.01454		
C2	1.50287	-0.5000	-0.01817		
C3	1.50415	-0.5000	-0.02181		
C4	1.50543	-0.5000	-0.02544		
C5	1.50670	-0.5000	-0.02908		
C6	1.50798	-0.5000	-0.03271		
C7	1.50883	-0.5000	-0.03513		
	A4	A6	A8	A10	A12
内側領域 1 1	-1.01720E-02	-1.89400E-03	-3.93700E-04	2.49600E-04	-1.73400E-04
C1	-2.82511E-03	1.42316E-03	-1.66982E-03	1.05518E-03	-3.16634E-04
C2	-2.81285E-03	1.41618E-03	-1.65981E-03	1.04784E-03	-3.13942E-04
C3	-2.80060E-03	1.40920E-03	-1.64980E-03	1.04050E-03	-3.11250E-04
C4	-2.78835E-03	1.40222E-03	-1.63979E-03	1.03316E-03	-3.08558E-04
C5	-2.77609E-03	1.39524E-03	-1.62978E-03	1.02582E-03	-3.05866E-04
C6	-2.76384E-03	1.38826E-03	-1.61977E-03	1.01847E-03	-3.03174E-04
C7	-2.75567E-03	1.38361E-03	-1.61309E-03	1.01358E-03	-3.01379E-04

【0060】

実施例 2 の対物レンズ 10 の各輪帯 C1 ～ C7 における、位相ベクトルの向きと強さ、および条件 (6) に関する数値 $(h_{\min} + h_{\max}) / 2H$ を表 9 に示す。

【0061】

【表 9】

	位相ベクトル		条件(6)の値
	向き	強さ	
C1	-118	0.34	1.042
C2	-112	0.38	1.111
C3	-102	0.26	1.164
C4	-4	0.93	1.220
C5	-7	0.89	1.261
C6	42	0.28	1.291
C7	73	0.96	1.316

【0062】

表 9 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 では、輪帯 C4 ～ C6 が条件 (4) を満たす特殊輪帯である。さらに条件 (3) まで範囲を広げれば輪帯 C7 も特殊輪帯であるといえる。従って、実施例 2 の対物レンズ 10 も、実施例 1 と同様に、第一の光ディスク 20A に対する情報記録時に必要とされる比較的高い N A の光束を生成することができる。

【0063】

また、各特殊輪帯のうち、輪帯 C4 は条件 (6) も満たしている。図 4 は、2 対物レンズ 10 を使用して第一のレーザー光を第一の光ディスク 20A の記録面に集光させることにより得られるスポットの強度を表すグラフである。図 4 に示すように、実施例 2 の対物レンズ 10 も上記の実施例 1 と同様、サイドローブの強度を低減するという効果が得られることがわかる。

【0064】

上記各実施例の対物レンズと従来の対物レンズとの比較した結果を表 10 に示す。従来例 1 は、CD 使用時の設計開口数が 0.51 の通常の対物レンズである。従来例 2 は、DVD 使用時の設計開口数が 0.65、H が 1.23 に設計された DVD/CD 互換対物レンズである。

【0065】

【表 10】

	実施例1	実施例2	従来例1	従来例2	
$\sin \theta / NA_{ref}$	0.913	0.970	-	-	条件(1)
$H/(f1 \cdot NA_{ref})$	0.901	0.956	-	-	条件(2)
スポット径($1/e^2$)	0.996	1.006	1.000	-	条件(5)
中心強度	0.905	0.931	1.000	-	
スポット強度	0.895	0.935	1.000	-	
波長特性($\lambda_{rms}/10nm$)	0.021	0.021	-	0.022	
温度特性($\lambda_{rms}/50^\circ C$)	0.031	0.038	-	0.047	

【0066】

表 10 に示すように、実施例 1 および実施例 2 の対物レンズ 10 は、条件 (1) と条件 (2) をともに満たす。さらに、各実施例の対物レンズ 10 は、条件 (5) も満たす。つまり各実施例の対物レンズ 10 は、内側領域 11 の最周辺 13 を CD の設計開口数に対応する位置よりも光軸 AX 側に設ける。換言すれば第一の光ディスク 20A と第二の光ディスク 20B に対して互換性を持たせるための内側領域 11 の面積が小さく構成されている。該構成により不足する NA を外側領域 12 にある特殊輪帯の作用によって補うことにより、実効的な NA を設計開口数と略同一にする。よって、従来例 1 の対物レンズと略同等の径のスポットを第一の光ディスクの記録面上に形成することができる。しかも、上記のように構成することにより、従来例 2 の互換対物レンズよりも、第二の光ディスク 20B 使用時における波長特性および温度特性が良好であることもわかる。

【0067】

なお表 10 に示すように、該スポットの強度が従来の対物レンズに比べ若干低下している。しかし、この程度の強度低下は情報の記録再生処理にはほとんど影響を与えないため、本発明に係る対物レンズを実施するにあたり何ら支障はない。

【0068】

以上が本発明の実施例である。なお、上記の各実施例はあくまでも本発明に係る対物レンズの一例である。つまり本発明に係る対物レンズは、各実施例の具体的な数値構成に限定されるものではない。例えば回折構造を設ける面は、第一面 10a ではなく、第二面 10b であってもよい。また、第一面と第二面の両方に回折構造を設けても良い。

【0069】

さらには、表1の設計開口数も例示である。つまり本発明に係る対物レンズは、書き込み可能な第一の光ディスク20Aに必要な比較的高いNA(0.50以上)を該ディスク20Aに対する設計開口数とすることができる。同様に、本発明に係る対物レンズは、第二の光ディスク20Bに必要な高いNA(0.62以上)を該ディスク20Bに対する設計開口数とすることができる。

【0070】**【発明の効果】**

以上のように、本発明によれば、保護層の薄く記録密度が高い光ディスク使用時の波長特性や温度特性を良好に保ちつつ、保護層の比較的厚い情報記録可能な光ディスクに対する情報の記録再生に好適なNAの光束を生成可能な光ディスク用対物レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

本発明の実施形態の光ディスク用対物レンズを表す図である。

【図2】

本発明の実施形態の光ディスク用対物レンズの光軸を含む面での断面形状の第一面近傍の拡大図である。

【図3】

実施例1の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

【図4】

実施例2の対物レンズを透過した第一のレーザー光が第一の光ディスクの記録面近傍で形成するスポット中心からの距離と光強度との関係を表すグラフである。

【符号の説明】

10 対物レンズ

11 内側領域

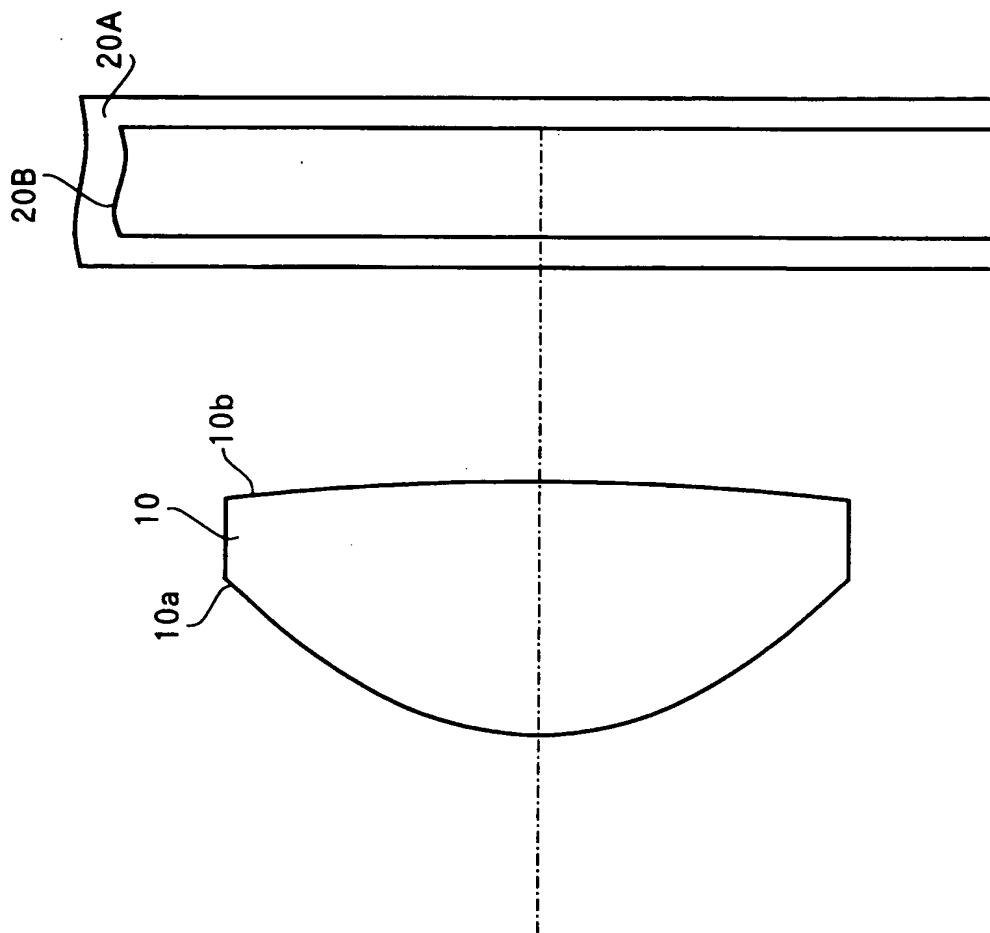
1 2 外側領域

2 0 A 第一の光ディスク

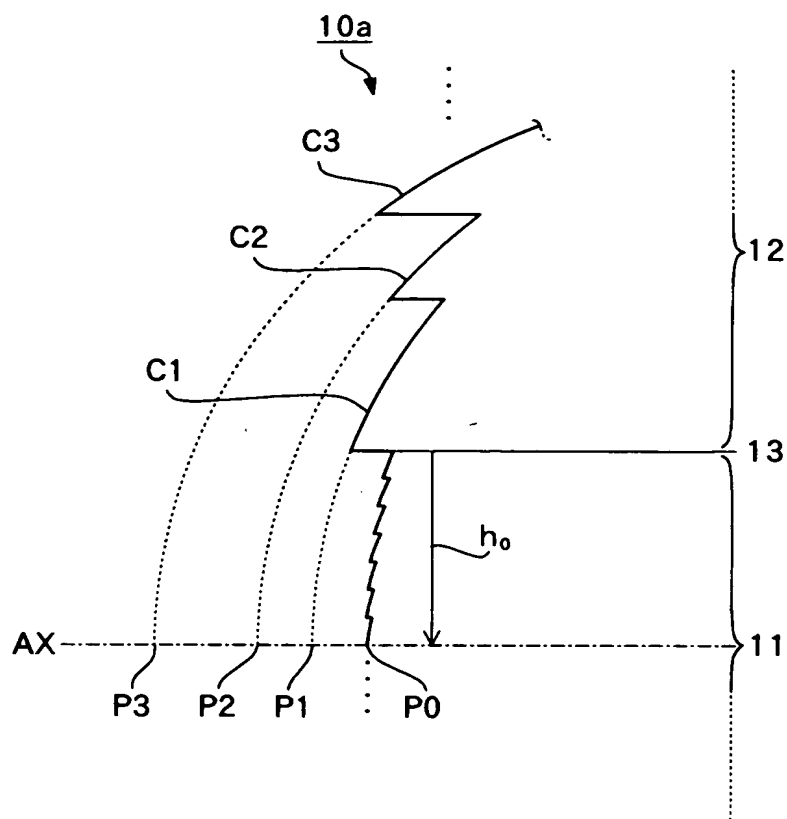
2 0 B 第二の光ディスク

【書類名】 図面

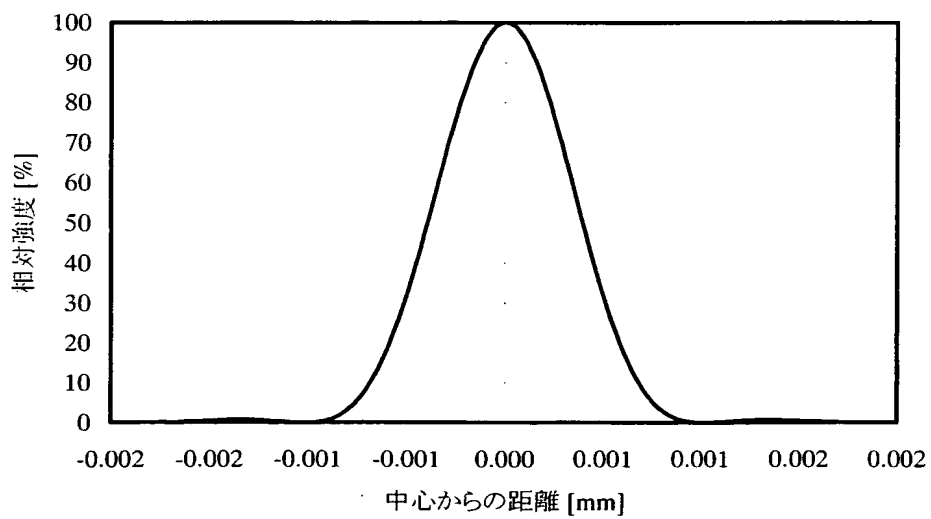
【図 1】



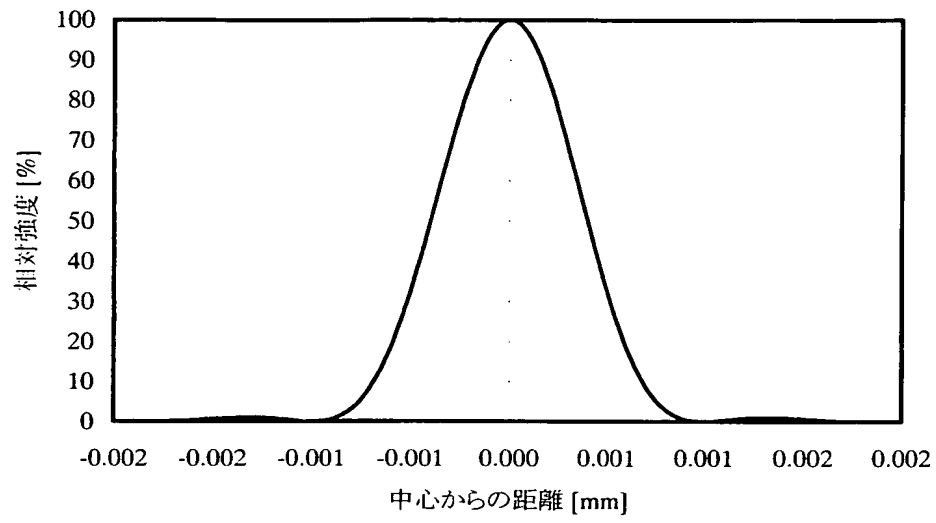
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 保護層の比較的厚い情報記録可能な光ディスクに対しても情報記録可能でありながら、保護層厚の比較的薄い高記録密度光ディスクに対する情報の記録再生にも好適な光ディスク用対物レンズを提供すること。

【解決手段】 光ディスク用対物レンズは、複数規格の光ディスクに互換性を有し、その一面は、光軸近傍に位置する内側領域と外側領域とを有する。外側領域は、透過した第一の波長の光束の位相が内側領域を透過した第一の波長の光束の位相と実質的に同相となる所定範囲内にあるような所定の輪帯を有し、第一の波長の光束のうち、内側領域の最周辺に入射した光線の対物レンズ透過後の収束角度を θ 、第一の光ディスクに対する情報の記録再生に必要な開口数を NA_{ref} としたとき条件(1)、

$$0.9 < \sin \theta / NA_{ref} < 1.0 \cdots (1)$$

を満たし、かつ第一の波長の光束の実効的な開口数が NA_{ref} に略等しくなる構成にした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-055678
受付番号	50300341409
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成15年 3月 4日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 3月 3日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 5 5 6 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 5 2 7]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 0 月 1 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都板橋区前野町 2 丁目 3 6 番 9 号

氏 名

ペンタックス株式会社